

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-291242

(43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl. G11B 7/0065
G11B 7/135
G11B 7/24

(21)Application number : 2000-100574

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 03.04.2000

(72)Inventor : KONO KATSUNORI

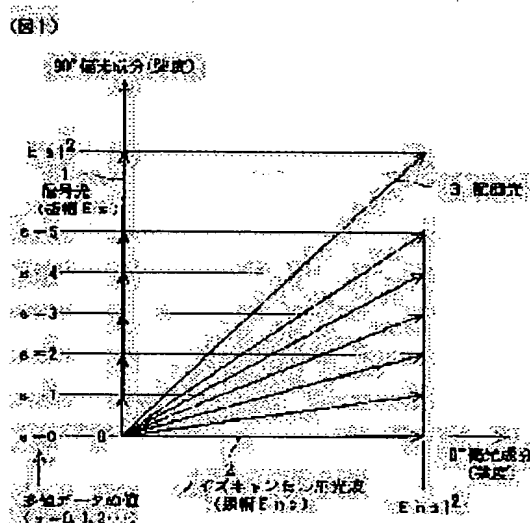
(54) OPTICAL RECORDING METHOD, OPTICAL RECORDER, OPTICAL READING METHOD AND OPTICAL READER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the influence of the noise due to the external light or the noise caused by an optical recording medium and to realize the multi-valued and high density recording.

SOLUTION: A light wave 2 for noise cancellation has a constant light intensity with a polarization of 0° . A signal light 1 has a light intensity with polarization of 90° multi-valued in accordance with a value s of multi-valued data.

The signal light 1 and the light wave 2 for noise cancellation are combined, and a light wave 3 prepared by the combination is recorded on the optical recording medium as a recording light. Reproducing light having the same wave front as that of the recording light 3 is read out from the optical recording medium at the reading time, and the polarization components of the reproducing light orthogonally crossed each other are separated to figure out the difference of light intensity between two polarization components. By this procedure, the noise is cancelled, and a value s of the recorded multi-valued data is read out without error. In the case the coherent noise caused by the optical recording medium is dominative, the reproducing light is made to pass through a polarization element, and the polarization components in the reproducing light orthogonally crossed each other are brought to interference with the phase difference π , then the value s of the multi-valued data is read out from the intensity of the light transmitted through the polarization element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-291242

(P2001-291242A)

(43)公開日 平成13年10月19日(2001.10.19)

(5)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B	5 D 0 2 9
	7/135		Z 5 D 0 9 0
			A 5 D 1 1 9
	7/24	7/24	5 2 2 L
	5 2 2		5 2 2 A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-100574(P2000-100574)

(22)出願日 平成12年4月3日(2000.4.3)

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 河野 克典

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74)代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

Fターム(参考) 5D029 JB11 JC07

5D090 BB04 CC01 CC04 DD01 EE18

FF11 KK12

5D119 AA10 AA12 AA22 HA48 JA27

JA31

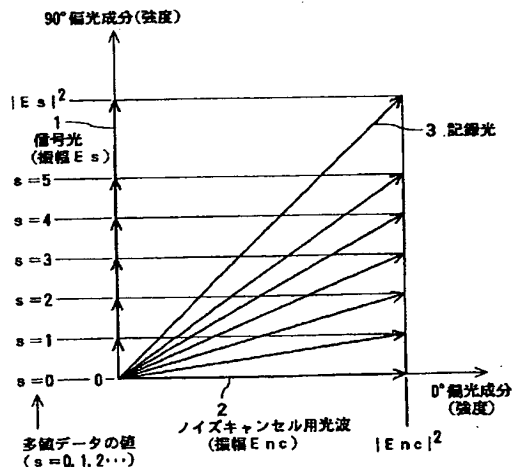
(54)【発明の名称】 光記録方法、光記録装置、光読み取り方法、光読み取り装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズの影響を低減すると共に、多値、高密度の記録を実現する。

【解決手段】 ノイズキャンセル用光波2は、0° 偏光の、一定の光強度を有する。信号光1は、90° 偏光の、多値データの値sに応じて多値化された光強度を有する。信号光1とノイズキャンセル用光波2を合波し、合波後の光波3を記録光として光記録媒体に記録する。読取時に、光記録媒体から記録光3と同じ波面を有する再生光を読み出し、再生光の互いに直交する偏光成分を分離し、2つの偏光成分の光強度の差を算出する。これでノイズがキャンセルされ、記録された多値データの値sを、エラーなく読み取ることができる。光記録媒体に起因するコヒーレントなノイズが支配的な場合は、再生光を偏光素子に透過させ、再生光中の互いに直交する偏光成分を位相差 π で干渉させ、偏光素子を透過した光の強度から、多値データの値sを読み取る。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とを合波し、その合波後の光波を、記録光として光記録媒体に記録する光記録方法。

【請求項2】請求項1の光記録方法において、前記記録光を、参照光と干渉させてホログラムとして記録する光記録方法。

【請求項3】光源と、この光源からの光から、ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光を生成する変調素子と、前記光源からの光から、前記信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波を生成する光学素子と、前記信号光と前記ノイズキャンセル用光波とを合波する光学素子と、その合波後の光波を、記録光として光記録媒体に照射する結像光学系と、を備える光記録装置。

【請求項4】請求項3の光記録装置において、前記記録光をホログラムとして前記光記録媒体に記録するための参照光を生成する光学素子を備える光記録装置。

【請求項5】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された記録光が記録されている光記録媒体から、前記記録光と同じ波面を有する再生光を読み出し、その読み出した再生光の互いに直交する偏光成分を分離し、その分離した2つの偏光成分の光強度を検出し、その検出した2つの光強度の差を算出して、前記多値データの値を読み取る光読み取り方法。

【請求項6】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された記録光が記録されている光記録媒体から、前記記録光と同じ波面を有する再生光を読み出し、その読み出した再生光を偏光素子に透過させて、再生光中の互いに直交する偏光成分を位相差 π で干渉させ、その偏光素子を透過した光の強度から、前記多値データの値を読み取る光読み取り方法。

【請求項7】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された

記録光が記録されている光記録媒体から、前記記録光と同じ波面を有する再生光を読み出す再生光学系と、その読み出された再生光の互いに直交する偏光成分を分離する偏光素子と、

その分離された2つの偏光成分の光強度を検出する光検出器と、

その検出された2つの光強度の差を算出する演算手段と、

を備える光読み取り装置。

10 【請求項8】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された記録光が記録されている光記録媒体から、前記記録光と同じ波面を有する再生光を読み出す再生光学系と、その読み出された再生光の光路上に配され、再生光中の互いに直交する偏光成分を位相差 π で干渉させる偏光素子と、

20 この偏光素子を透過した光の強度を検出する光検出器と、

を備える光読み取り装置。

【請求項9】ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された記録光が記録された光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、多値データを光学的に記録し、光学的に読み取る方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多値データを光記録する方法として、特開平11-238251号および特開平10-340479号には、光記録媒体として光誘起複屈折性を示す光記録層を備えるものを用い、多値データの値に応じて信号光の偏光角（偏光方向）を変えて、信号光を光記録媒体に記録する方法が提案されている。

40 【0003】特開平11-238251号の方法では、光記録媒体の光誘起複屈折性を示す光記録層が $1/2$ 波長板または $1/4$ 波長板を形成するように、光記録層の厚み d 、および光誘起複屈折による屈折率変化 Δn を調整する。

【0004】すなわち、信号光の波長を λ 、 m を整数とすると、読み取り時、光記録媒体を透過した光を再生光として用いる場合には、光記録層が $1/2$ 波長板を形成するように、

$$\Delta n \times d = (m + 1/2) \lambda \quad \dots (21)$$

とする。

50 【0005】また、読み取り時、光記録媒体で反射した

光を再生光として用いる場合には、光記録層が1/4波長板を形成するように、

$$\Delta n \times d = (m + 1/4) \lambda \quad \dots (22)$$

とするとともに、光記録層の裏面に光反射層を形成する。

【0006】このような光記録媒体の光記録層に直線偏光の信号光を照射すると、光記録層に複屈折が誘起されて、信号光の偏光面方向の1/2波長板または1/4波長板が形成されるとともに、信号光の偏光面方位（偏光角）を回転させることによって、1/2波長板または1/4波長板の方位が回転する。したがって、多値データの値に応じて信号光の偏光角を変化させることによって、多値データを記録することができる。

【0007】読み取り時には、光記録層の信号光によって特定の方位の1/2波長板または1/4波長板が形成された部分に、任意の偏光角の読み出し光を照射して、光記録媒体を透過した読み取り光、または光記録層の裏面の光反射層で反射した読み取り光の偏光角の変化を検出する。

【0008】この読み取り光の偏光角の変化は、読み取り用の読み出し光の偏光角と記録された信号光の偏光角との差の2倍に相当する。したがって、読み取り光の偏光角の変化を検出することによって、記録された多値データの値を読み取ることができる。

【0009】一方、特開平10-340479号の方法は、2次元の空間偏光分布を有する信号光をホログラムとして記録するもので、この方法では、例えば、図15にベクトルD1~D6として示すように、0°偏光から90°偏光までの範囲内で、信号光の偏光角として6つの偏光角を設定する。この6つの偏光角は、符号化して6つのビットを表すことができ、底6に対する数、または6乗に対する2進数の符号化された数になることができる。

【0010】図16に示すように、信号光1は画素4が2次元に分布したものととして、それぞれの画素4の信号光部分の偏光角を、対応する画素の多値データの値に応じて変化させる。

【0011】特開平10-340479号の方法では、この信号光1を光記録媒体の光記録層に照射すると同時に、光記録層の信号光1が照射される領域に任意の偏光角の参照光を照射して、信号光1の空間偏光分布をホログラムとして記録する。

【0012】読み取り時には、光記録媒体のホログラムが記録されている領域に、任意の偏光角の参照光を照射して、ホログラムから、信号光1と同じ偏光分布を有する回折光を得、図17に示すように、その回折光6を、偏光ビームスプリッタ26などの偏光素子によって、0°偏光成分7と90°偏光成分8に分離し、0°偏光成分7を光検出器アレイ27によって検出し、90°偏光成分8を光検出器アレイ28によって検出する。

【0013】さらに、同図に示すように、各画素ごとに、光検出器アレイ27の出力I0および光検出器アレイ28の出力I90を、除算回路41、平方根算出回路42およびアークタンジェント算出回路43からなる偏光角算出回路40に供給して、その画素の回折光の偏光角を算出する。

【0014】ある画素の回折光の光強度をI、偏光角を θ とすると、0°偏光成分7の検出光強度I0および90°偏光成分8の検出光強度I90は、それぞれ、

$$I0 = I \cos^2 \theta \quad \dots (23)$$

$$I90 = I \sin^2 \theta \quad \dots (24)$$

となる。

【0015】したがって、除算回路41で出力I90を出力I0で除することによって、除算回路41から $\tan^2 \theta$ が求められ、平方根算出回路42から $\tan \theta$ が求められ、アークタンジェント算出回路43から偏光角 θ が求められる。

【0016】このように、特開平10-340479号の方法では、偏光角 θ から多値データの値を読み取ることができる。特開平11-238251号の方法でも、同様の偏光角算出回路により偏光角を算出することによって、多値データの値を読み取ることができる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、多値データの値を読み取るのに、除算回路41、平方根算出回路42およびアークタンジェント算出回路43からなる偏光角算出回路40を必要とするので、読み取り装置の構成が複雑かつ高コストになるとともに、読み取り速度が遅くなる。

【0018】さらに、これらの方法では、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズによって、読み取られる偏光角に誤差を生じるという問題がある。

【0019】図18は、偏光角 θ_{in} が0°から90°までの範囲で、信号光の強度の20%という一定レベルのノイズが加わった場合の、回折光6の0°偏光成分7の検出光強度I0および90°偏光成分8の検出光強度I90を示し、図19は、これら検出光強度I0、I90から、図17に示した偏光角算出回路40によって算出される偏光角 θ_{out} の、記録された信号光の偏光角 θ_{in} に対する関係を示す。直線51は、図18に示したようにノイズがある場合であり、直線52は、ノイズがない場合である。

【0020】図19から明らかなように、ノイズがある場合、 $\theta_{in} = 45^\circ$ では誤差はゼロとなるが、偏光角 θ_{in} が45°から離れるに従って誤差を生じ、 $\theta_{in} = 0^\circ$ および $\theta_{in} = 90^\circ$ では誤差が10%近くに達する。

【0021】そのため、従来の方法では、ノイズにかかわらず、読み取りエラーを生じることなく、信号光の偏光角の違いによって記録できる多値は、せいぜい8値程

度であり、それ以上の多値を記録することは難しく、したがって高密度記録が難しい。特に、図16に示したように各画素4において偏光角が様々に分布した信号光1を記録する場合には、各画素4ごとにノイズの影響が異なるため、さらに大きな読み取りエラーを生じる恐れがある。

【0022】例えば、8ビットデータを一画素に記録するには偏光角を256階調に渡って多値化する必要があり、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズの影響を低減できる方法が望まれる。

【0023】そこで、この発明は、簡単かつ低コストの読み取り装置によって多値データの値を高速に読み取ることができるとともに、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズの影響を低減することができ、より多値の、より高密度の記録を実現することができるようにしたものである。

【0024】

【課題を解決するための手段】この発明の光記録方法では、ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とを合波し、その合波後の光波を、記録光として光記録媒体に記録する。

【0025】この発明の光読み取り方法では、ある偏光角の偏光を有し、かつ多値データの値に応じて多値化された光強度を有する信号光と、この信号光と直交する偏光を有し、かつ一定の光強度を有するノイズキャンセル用光波とが合波されて生成された記録光が記録されている光記録媒体から、前記記録光と同じ波面を有する再生光を読み出し、その読み出した再生光の互いに直交する偏光成分を分離し、その分離した2つの偏光成分の光強度を検出し、その検出した2つの光強度の差を算出して、前記多値データの値を読み取る。または、読み出した再生光を偏光素子に透過させて、再生光中の互いに直交する偏光成分を位相差 π で干渉させ、その偏光素子を透過した光の強度から、前記多値データの値を読み取る。

【0026】

【作用】上記の方法では、読み取り時、2つの検出光強度の差を算出するだけで、または読み出した再生光を偏光素子に透過させて光検出器に入射させるだけで、多値データの値を読み取ることができ、簡単かつ低コストの読み取り装置によって多値データの値を高速に読み取ることができる。

【0027】しかも、2つの検出光強度の差を算出することによって、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズをキャンセルすることができ、ノイズの影響を低減することができる。また、光記録媒体に起因するノイズのようなコヒーレントなノイズが支配的な場合には、読み出した再生光を偏光素子に透過させて光検出器

に入射させることによって、同様にノイズをキャンセルすることができ、ノイズの影響を低減することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】〔光記録方法および光読み取り方法の実施形態…図1～図12〕この発明の光記録方法および光読み取り方法の一実施形態として、記録光をホログラムとして記録し、再生光をホログラム回折光として読み出す場合を示す。ただし、この発明は、後述のようにホログラムを用いない場合にも適用することができる。

【0029】（光記録方法の実施形態…図1および図2）この発明の光記録方法では、図1に示すように、信号光1とノイズキャンセル用光波2とを合波し、その合波後の光波3を記録光とする。ノイズキャンセル用光波2は、ある偏光角の偏光（これを 0° 偏光とする）を有し、かつ一定の光強度 $|E_{nc}|^2$ を有するものとする。信号光1は、ノイズキャンセル用光波2と直交する偏光（これを 90° 偏光とする）を有し、かつ多値データの値 s （ s は整数）に応じて多値化された光強度 $|E_s|^2$ を有するものとする。すなわち、信号光1の光強度 $|E_s|^2$ を、多値データの値 s に応じて等間隔の飛び飛びの値とする。

【0030】多値データを高速に転送する場合には、図2に示すように、記録光3を画素4が2次元に分布したものとして、それぞれの画素4の記録光部分の信号光成分（ 90° 偏光成分）の光強度を、対応する画素の多値データの値 s に応じて変化させる。

【0031】記録光3をホログラムとして記録する場合には、記録光3を光記録媒体に照射すると同時に、光記録媒体の記録光3が照射される領域に任意の偏光角の参照光を照射する。光記録媒体としては、光誘起複屈折性を示す光記録層を備えるものを用いる。

【0032】（光読み取り方法の第1の実施形態…図3～図8）読み取り時には、光記録媒体のホログラムが記録されている領域に、任意の偏光角の参照光を照射して、ホログラムから、記録光3と同じ波面を有する回折光を得、図3に示すように、その回折光6を、偏光ビームスプリッタ26などの偏光素子によって、 0° 偏光成分7と 90° 偏光成分8に分離し、 0° 偏光成分7を光検出器アレイ27によって検出し、 90° 偏光成分8を光検出器アレイ28によって検出し、さらに減算回路29において、各画素ごとに、光検出器アレイ27の出力 I_0 と光検出器アレイ28の出力 I_{90} との差（ $I_0 - I_{90}$ ）を算出する。

【0033】光記録媒体の厚みの不均一や、これによる散乱があると、光記録媒体の回折効率が場所によって変化し、ノイズを生じる。この光記録媒体に起因するノイズは、コヒーレントなノイズと考えることができる。一方、外光によるノイズは、インコヒーレントなノイズと

10

20

30

40

50

考えられる。ただし、同一の画素については、 0° 偏光成分7に生じるノイズと 90° 偏光成分8に生じるノイズは、ほぼ同じ光強度になると考えられる。

【0034】したがって、 0° 偏光成分7および 90° 偏光成分8に生じるインコヒーレントなノイズの光強度を I_{in} 、コヒーレントなノイズの光強度を I_c とすると、 0° 偏光成分7の検出光強度 I_0 および 90° 偏光成分8の検出光強度 I_{90} は、それぞれ図4の式(1)および式(2)で表されるものとなり、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)は、図4の式(3)で表されるように、インコヒーレントなノイズ成分 I_{in} もコヒーレントなノイズ成分 I_c もキャンセルされて、ノイズキャンセル用光波2の光強度 $|E_{nc}|^2$ と信号光1の光強度 $|E_s|^2$ との差に比例したものとなる。

【0035】しかも、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)中の、ノイズキャンセル用光波2の光強度 $|E_{nc}|^2$ は、記録された多値データの値 s にかかわらず一定であり、信号光1の光強度 $|E_s|^2$ は、記録された多値データの値 s に応じて等間隔の飛び飛びの値であって、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)は、記録された多値データの値 s に対して直線的に変化する。

【0036】したがって、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)から、記録された多値データの値 s を、読み取りエラーを生じることなく正確に読み取ることができる。

【0037】すなわち、特開平10-340479号の方法では、式(23)(24)および図18に示したように、回折光6の 0° 偏光成分7の検出光強度 I_0 および 90° 偏光成分8の検出光強度 I_{90} は、偏光角 θ_{in} が 45° 付近では、偏光角 θ_{in} に対してほぼ直線的に比較的大きく変化するが、偏光角 θ_{in} が 0° 付近または 90° 付近では、偏光角 θ_{in} に対して非直線的に緩やかに変化するため、偏光角 θ_{in} が 0° 付近および 90° 付近では、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズによって、読み取られる偏光角 θ_{out} にエラーを生じる。

【0038】これに対して、この発明の上述した方法では、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズがキャンセルされるとともに、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)が、記録された多値データの値 s に対して直線的に変化するので、記録された多値データの値 s を、読み取りエラーを生じることなく正確に読み取ることができる。

【0039】しかも、2つの検出光強度 I_0 、 I_{90} の差($I_0 - I_{90}$)を算出するだけであるので、簡単かつ低コストの読み取り装置によって多値データの値 s を高速に読み取ることができる。

【0040】この場合、具体例として、図5(A)の式(4)および図5(B)の表に示すように、信号光1の振幅 E_s を、多値データの値 s の平方根と振幅 E との積

とする。振幅 E は、 $s=1$ のときの信号光1の振幅として設定する。

【0041】この場合には、信号光1の強度 $|E_s|^2$ が、 $s|E|^2$ となり、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)は、 $(|E_{nc}|^2 - s|E|^2)$ に比例したものとなって、 $|E|^2$ に比例した値の間隔で、図6に示すように、多値データの値 s が大きいほど小さくなる。

【0042】別の具体例として、図7の式(5)に示すように、信号光1の振幅 E_s を、上記の $(|E_{nc}|^2 - s|E|^2)$ の平方根とする。

【0043】この場合には、信号光1の強度 $|E_s|^2$ が、 $(|E_{nc}|^2 - s|E|^2)$ となり、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)は、図7の式(6)に示すように、 $s|E|^2$ に比例したものとなって、 $s=0$ のときには0で、かつ $|E|^2$ に比例した値の間隔で、図8に示すように、多値データの値 s が大きいほど大きくなるので、減算回路29の出力($I_0 - I_{90}$)から、より直接的に、記録された多値データの値 s を読み取ることができる。

【0044】(光読み取り方法の第2の実施形態…図9～図12) 光記録媒体に起因するノイズのようなコヒーレントなノイズが支配的な場合には、図3に示したような光検出後の回路的な減算によらずに、光検出前の光学的な減算によって、ノイズをキャンセルすることができる。

【0045】この場合には、図9に示すように、ホログラムからの回折光6を、偏光子31に入射させ、偏光子31の透過軸方位を、回折光6中の 0° 偏光成分と 90° 偏光成分を位相差 π で干渉させる 135° の方位にして、偏光子31を透過した光を、光検出器アレイ32によって検出する。

【0046】図10は、回折光6中の 0° 偏光成分の振幅を E_0 、 90° 偏光成分の振幅を E_{90} として、 0° 偏光成分および 90° 偏光成分と偏光子31の透過軸方位との関係を示したものである。

【0047】同一の画素については、 0° 偏光成分に生じるコヒーレントノイズと 90° 偏光成分に生じるコヒーレントノイズは、ほぼ同じ振幅になるので、 0° 偏光成分および 90° 偏光成分に生じるコヒーレントノイズの振幅を E_c とすると、 0° 偏光成分の振幅 E_0 および 90° 偏光成分の振幅 E_{90} は、それぞれ図11の式(7)および式(8)で表されるものとなる。

【0048】そして、偏光子31の透過光としては、式(7)で表される 0° 偏光成分と式(8)で表される 90° 偏光成分とが位相差 π で干渉した結果が出力されるので、光検出器アレイ32の出力の検出光強度は、 $|E_0 - E_{90}|^2$ で表されるものとなり、図11の式

(9)に示すように、ノイズ成分 E_c がキャンセルされて、ノイズキャンセル用光波2の振幅 E_{nc} と信号光1の振幅 E_s との差の2乗に比例したものとなる。

【0049】したがって、図3に示したような光検出後の回路的な減算による場合より、より簡単かつ低コストの読み取り装置によって多値データの値 s を高速に読み取ることができる。

【0050】この場合、具体例として、図12の式(10)に示すように、信号光1の振幅 E_s を、ノイズキャンセル用光波2の振幅 E_{nc} から、多値データの値 s の平方根と振幅 E との積を引いたものとする。振幅 E は、 $s=1$ のときの信号光1の振幅として設定する。

【0051】この場合には、光検出器アレイ32の出力 $|E_0 - E_{90}|^2$ は、図12の式(11)に示すように、 $s|E|^2$ に比例したものとなっており、 $s=0$ のときには0で、かつ $|E|^2$ に比例した値の間隔で、図8と同様に、多値データの値 s が大きいほど大きくなるので、光検出器アレイ32の出力 $|E_0 - E_{90}|^2$ から、より直接的に、記録された多値データの値 s を読み取ることができる。

【0052】〔光記録装置および光読み取り装置の実施形態…図13および図14〕図13は、この発明の光記録装置および光読み取り装置の一実施形態を示し、記録光をホログラムとして記録し、再生光をホログラム回折光として読み出す場合であり、かつ図3のように光検出後の回路的な減算によってインコヒーレントなノイズおよびコヒーレントなノイズをキャンセルする場合であるとともに、光記録装置と光読み取り装置を一体化させた場合である。

【0053】光記録媒体9としては、光誘起複屈折性を示す光記録層を備えるものであれば、どのようなものでもよい。光源11としては、光記録媒体9の光記録層に感度のあるレーザ光を発するものを用いる。

【0054】光源11からのレーザ光を、ビームスプリッタ12に入射させて、ビームスプリッタ12を透過した光と、ビームスプリッタ12で反射した光とに分岐し、ビームスプリッタ12を透過した光を、レンズ13および14によって口径の広いコリメート光とした後、偏光ビームスプリッタ15に入射させて、偏光ビームスプリッタ15を透過した、紙面に垂直な偏光（これを 90° 偏光とする）の光と、偏光ビームスプリッタ15で反射した、紙面に平行な偏光（これを 0° 偏光とする）の光とに分岐する。

【0055】偏光ビームスプリッタ15を透過した 90° 偏光の光は、振幅（強度）変調用の空間光変調器16に入射させ、空間光変調器16の各画素に、各画素の多値データの値 s に応じた電圧を印加して、空間光変調器16を透過した光として、各画素部分の振幅 E_s が図5(A)の式(4)または図7の式(5)で表されるような信号光1を得る。ただし、式(5)中の振幅 E_{nc} は、偏光ビームスプリッタ15で反射した 0° 偏光の、後述のノイズキャンセル用光波2の振幅である。

【0056】図14(A)は、信号光1の一例を示し、

各画素部分のベクトルの大きさの違いは、各画素部分の振幅の違いを表し、塗りつぶした画素部分は、振幅がゼロであることを示している。

【0057】この空間光変調器16を透過した信号光1は、別の偏光ビームスプリッタ17に入射させる。また、偏光ビームスプリッタ15で反射した 0° 偏光の光は、ノイズキャンセル用光波2として、ミラー18および19で反射させて、偏光ビームスプリッタ17に入射させる。図14(B)は、ノイズキャンセル用光波2の一例を示し、各画素部分のベクトルの大きさが等しいことは、各画素部分の振幅が等しいことを示している。

【0058】そして、偏光ビームスプリッタ17で、信号光1とノイズキャンセル用光波2とを合波して、図14(C)に示すような記録光3を生成し、この記録光3を、レンズ21によって集光して、光記録媒体9に照射する。

【0059】同時に、ビームスプリッタ12で反射した光を、さらにミラー23および24で反射させて、参照光5として、光記録媒体9の記録光3が照射される領域に照射する。これによって、記録光3がホログラムとして、光記録媒体9の光記録層に記録される。

【0060】読み取り時には、シャッター22によって記録光3を遮断して、参照光5のみを、光記録媒体9のホログラムが記録されている領域に照射する。これによって、ホログラムから、記録光3と同じ波面を有する回折光6が得られる。

【0061】この回折光6を、レンズ25によってコリメート光とした後、偏光ビームスプリッタ26に入射させて、偏光ビームスプリッタ26で反射した 0° 偏光成分7と、偏光ビームスプリッタ26を透過した 90° 偏光成分8とに分離し、 0° 偏光成分7を光検出器アレイ27によって検出し、 90° 偏光成分8を光検出器アレイ28によって検出し、さらに減算回路29において、各画素ごとに、光検出器アレイ27の出力と光検出器アレイ28の出力との差を算出する。

【0062】以上は、光検出後の回路的な減算によってインコヒーレントなノイズおよびコヒーレントなノイズをキャンセルする場合であるが、光記録媒体9に起因するノイズのようなコヒーレントなノイズが支配的な場合には、記録時、空間光変調器16を透過した光として、各画素部分の振幅 E_s が図12の式(10)で表されるような信号光1を得て、記録光3をホログラムとして記録し、読み取り時には、図9に示したように、回折光6を、偏光子31に入射させ、偏光子31の透過軸方位を、回折光6中の 0° 偏光成分と 90° 偏光成分を位相差 π で干渉させる 135° の方位にして、偏光子31を透過した光を、光検出器アレイ32によって検出する構成とすることができる。

【0063】また、光記録装置と光読み取り装置を別体に構成してもよい。

【0064】〔他の実施形態〕 上述した実施形態は、記録光をホログラムとして記録し、再生光をホログラム回折光として読み出す場合であるが、この発明は、ホログラムを用いない場合にも適用することができる。

【0065】この場合、読み取り時、光記録媒体を透過した光を再生光として用いる場合には、光記録媒体の光記録層を、上述した信号光1とノイズキャンセル用光波2の合波後の記録光3の照射によって1/2波長板が形成されるように構成し、読み取り時、光記録媒体で反射した光を再生光として用いる場合には、光記録媒体の光記録層を、同様の記録光3の照射によって1/4波長板が形成されるように構成するとともに、光記録層の裏面に光反射層を形成する。

【0066】

【発明の効果】 上述したように、この発明によれば、簡単かつ低コストの読み取り装置によって多値データの値を高速に読み取ることができるとともに、外光によるノイズや光記録媒体に起因するノイズの影響を低減することができ、より多値の、より高密度の記録を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の光記録方法の一実施形態を示す図である。

【図2】 記録光の一例を示す図である。

【図3】 この発明の光読み取り方法の第1の実施形態を示す図である。

【図4】 図3の場合にノイズがキャンセルされることを示す図である。

【図5】 図3の場合の信号光の振幅の一例を示す図である。

【図6】 図5の場合の多値データ値と減算結果との関係を示す図である。

【図7】 図3の場合の信号光の振幅の他の例を示す図である。

【図8】 図7の場合の多値データ値と減算結果との関係を示す図である。

【図9】 この発明の光読み取り方法の第2の実施形態を示す図である。

【図10】 図9の場合の偏光子の透過軸方位を示す図である。

【図11】 図9の場合にノイズがキャンセルされることを示す図である。

【図12】 図9の場合の信号光の振幅の一例を示す図である。

【図13】 この発明の光記録装置および光読み取り装置の一実施形態を示す図である。

【図14】 図13の実施形態における各光波の一例を示す図である。

【図15】 従来の光記録方法の一例を示す図である。

【図16】 図15の方法における信号光の偏光分布の一例を示す図である。

【図17】 図15の光記録方法に対応する従来の光読み取り方法を示す図である。

【図18】 図17の方法におけるノイズの影響の説明に供する図である。

【図19】 図17の方法におけるノイズの影響の説明に供する図である。

【符号の説明】

- 1…信号光、
- 2…ノイズキャンセル用光波、
- 3…記録光、
- 4…画素、
- 5…参照光、
- 6…回折光、
- 7…0° 偏光成分、
- 8…90° 偏光成分、
- 9…光記録媒体、
- 11…光源、
- 12…ビームスプリッタ、
- 13、14…レンズ、
- 15…偏光ビームスプリッタ、
- 16…空間光変調器、
- 17…偏光ビームスプリッタ、
- 18、19…ミラー、
- 21…レンズ、
- 22…シャッター、
- 23、24…ミラー、
- 25…レンズ、
- 26…偏光ビームスプリッタ、
- 27、28…光検出器アレイ、
- 29…減算回路、
- 31…偏光子、
- 32…光検出器アレイ。

【図4】

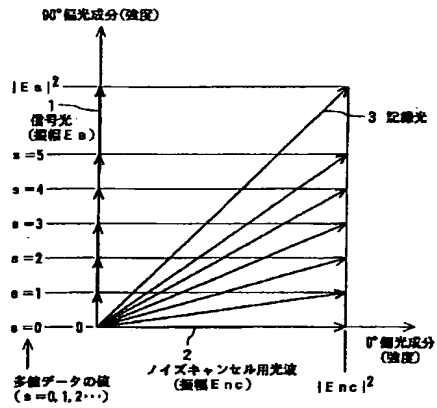
$$\begin{aligned} (10) & \propto |E_{nc}|^2 + |I_n + I_c| \quad \dots\dots (1) \\ (100) & \propto |E_s|^2 + |I_n + I_c| \quad \dots\dots (2) \\ (10-100) & \propto |E_{nc}|^2 - |E_s|^2 \quad \dots\dots (3) \end{aligned}$$

【図7】

$$\begin{aligned} (7) \quad E_s &= \sqrt{|E_{nc}|^2 - s|E|^2} \quad \dots\dots (5) \\ (10-100) & \propto s|E|^2 \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

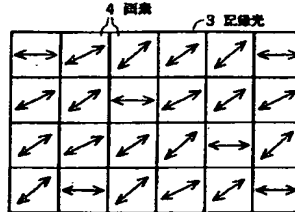
【図1】

(図1)



【図2】

(図2)



【図12】

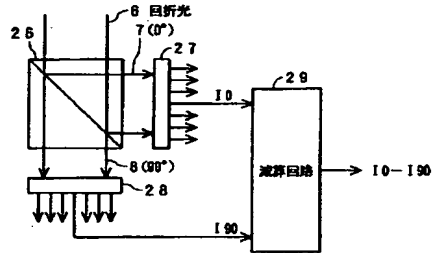
(図12)

$$E_s = E_{nc} - \sqrt{s} E \quad \dots\dots (10)$$

$$|E_0 - E_{90}|^2 \propto s |E|^2 \quad \dots\dots (11)$$

【図3】

(図3)



【図5】

(図5)

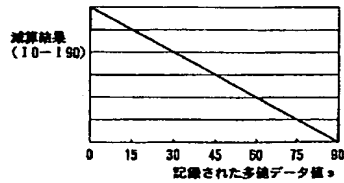
$$(A) \quad E_s = \sqrt{s} E \quad \dots\dots (4)$$

(B)

多値データ値 s	振幅 E_s	強度 E_s ^2
0	0	0
1	E	E ^2
2	$\sqrt{2} E$	2 E ^2
3	$\sqrt{3} E$	3 E ^2
⋮	⋮	⋮

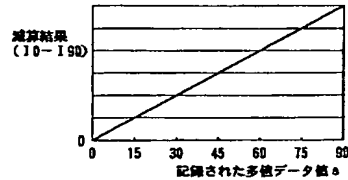
【図6】

(図6)



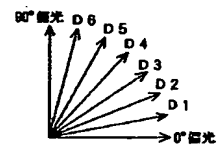
【図8】

(図8)



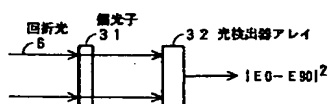
【図15】

(図15)



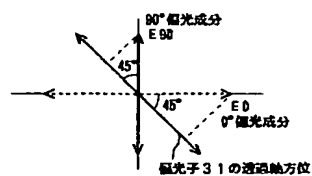
【図9】

(図9)



【図10】

(図10)

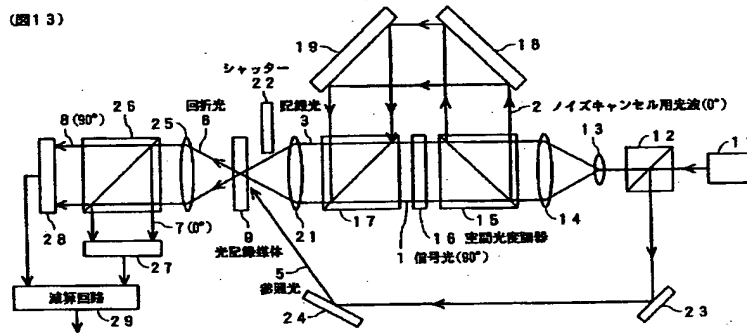


【図11】

(図11)

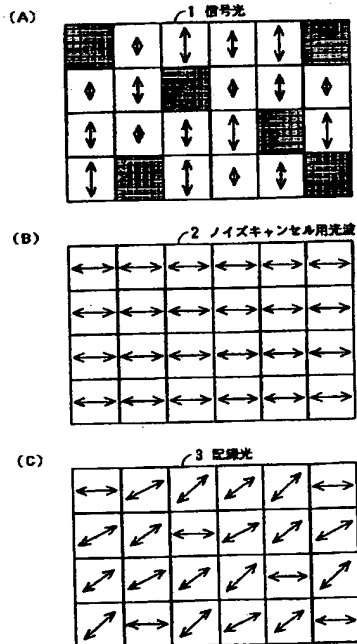
$$\begin{aligned}
 E_0 &\propto E_{nc} + E_c & \cdots \cdots (7) \\
 E_{90} &\propto E_s + E_c & \cdots \cdots (8) \\
 |E_0 - E_{90}|^2 &\propto |E_{nc} - E_s|^2 & \cdots \cdots (9)
 \end{aligned}$$

【図13】



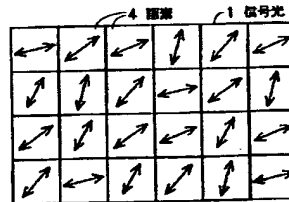
【図14】

(図14)



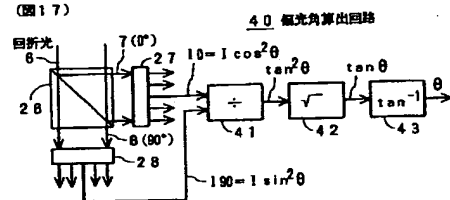
【図16】

(図16)

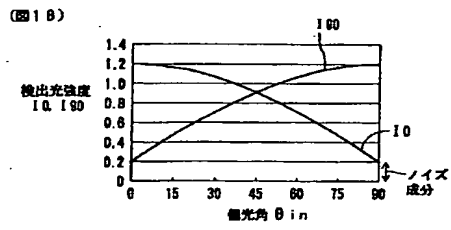


【図17】

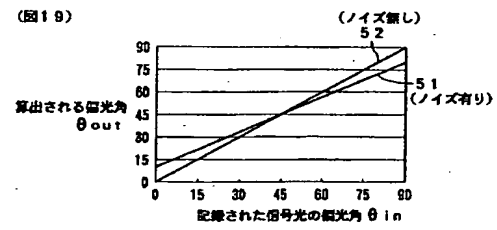
(図17)



【図18】



【図19】



THIS PAGE BLANK (USPTO)